

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-143713

(43)Date of publication of application : 25.05.2001

(51)Int.Cl.

H01M 4/80

(21)Application number : 11-328701

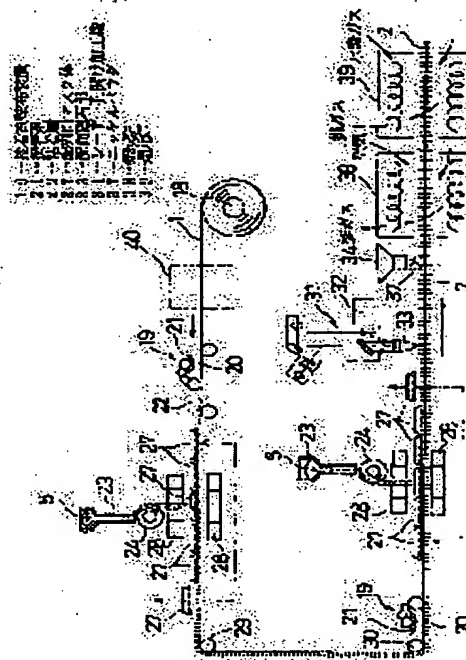
(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 18.11.1999

(72)Inventor : TAKENO MITSUHIRO
OKAMOTO KATSUHIRO
HASHIMOTO AKIRA**(54) POROUS METAL AND METHOD OF PRODUCING THE SAME****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a porous metal having a fibrous metal joined with a nearly uniform density throughout a metal substrate, and also a method of mass-producing the porous metal with high reproducibility.

SOLUTION: Disclosed herein is a porous metal having a metal substrate 1 and plural fibrous metal 2 joined on the surface of the porous metal 1 in a desired arrangement and fixed thereto. The respective intervals between two metal strands adjacent to each other are almost uniform and the number of the strands per a unit area of the metal substrate 1 is nearly uniform. In this metal porous body, a metal containing resin fiber 5 is adhered to the metal substrate 1 in a state where it was guided into arranging holes 27b, 48c and 51b using arranging mask bodies 27, 48 and 51. In the arranging mask bodies, the respective intervals between two holes adjacent to each other of the arranging holes 27b, 48c, and 51b are almost uniform. The metal containing resin fiber 5 becomes the fibrous metal 2 after subjected to calcination and sintering.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-143713
(P2001-143713A)

(43)公開日 平成13年5月25日(2001.5.25)

(51)Int.Cl.
H 0 1 M 4/80

識別記号

F I
H 0 1 M 4/80

データベース(参考)
B 5 H 0 1 7

審査請求 未請求 請求項の数26 OL (全 19 頁)

(21)出願番号 特願平11-328701

(22)出願日 平成11年11月18日(1999. 11. 18)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 武野 光弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 岡本 克博

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 100080827

弁理士 石原 勝

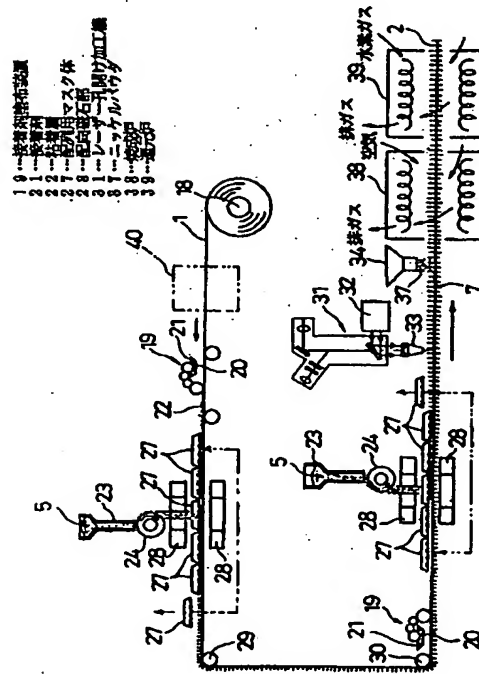
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 金属多孔体およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】金属基材板の全体にわたり密度がほぼ均一となる配置で繊維状金属が接合されてなる金属多孔体およびそのような構成を備えた金属多孔体を再現性良く量産することができる製造方法を提供する。

【解決手段】金属多孔体は、金属基材板1の表面に、多数本の繊維状金属2が、配列規制手段によって設定された所定の配列状態の配置で接合されて、隣接する各2本の間隔がほぼ一定で、且つ金属基材板1の単位面積当たりの本数がほぼ一定となる林立状態で固定されている。この金属多孔体は、金属含有樹脂繊維5が挿通できる多数個の配列用孔27b、48c、51bが隣接する各2個の間隔がほぼ一定となる所定の配列で形成されてなる配列用マスク体27、48、51を用いて、金属含有樹脂繊維5を配列用孔27b、48c、51bに導いた状態で金属基材板1に接着する。金属含有樹脂繊維5は焼成および焼結工程を経て繊維状金属2となる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属基材板の片面または両面に、多数本の繊維状金属が、配列規制手段によって設定された所定の配列状態の配置で接合されて、隣接する各 2 本の間隔がほぼ一定で、且つ前記金属基材板の単位面積当たりの本数がほぼ一定となる林立状態で固定されてなることを特徴とする金属多孔体。

【請求項 2】 金属基材板は、ニッケル板または金属板にニッケルめっきされた鋼板である請求項 1 に記載の金属多孔体。

【請求項 3】 金属基材板は、ニッケル板に焼めっきまたはニッケルー焼めっきされた鋼板である請求項 1 に記載の金属多孔体。

【請求項 4】 金属基材板に接合された多数本の繊維状金属の配列構造は、行方向および列方向に配列されて、その行方向および列方向においてそれぞれ互いに隣接する各 2 本ずつの計 4 本が正方形、長方形、平行四辺形または菱形の何れかを形作る配置、或いは隣接する各 3 本が正三角形を形作る配置になっている請求項 1～3 の何れかに記載の金属多孔体。

【請求項 5】 繊維状金属は隣接する各 2 本の間隔が 100～500 μm の範囲内となる配置で金属基材板に接合されている請求項 1～4 の何れかに記載の金属多孔体。

【請求項 6】 繊維状金属は、金属粉と結合剤樹脂とを混練して細長い短繊維状とした金属含有樹脂繊維を 0.5～2 mm の範囲の長さとして金属基材板に接着剤で接着したのちに焼成および焼結工程を経ることによる形状変化によって長さが 0.2～1 mm に設定されている請求項 1～5 の何れかに記載の金属多孔体。

【請求項 7】 繊維状金属は、金属粉と結合剤樹脂とを混練して細長い短繊維状とした金属含有樹脂繊維を 30～100 μm の範囲の繊維径で金属基材板に接着したのちに焼成および焼結工程を経ることによる形状変化によって繊維径が 20～60 μm に設定されている請求項 1～6 の何れかに記載の金属多孔体。

【請求項 8】 多数本の繊維状金属は、何れも金属基材板の垂直方向に対し所定の角度に傾斜して、互いに平行状態で一定方向を向いて前記金属基材板に接合されている請求項 1～7 の何れかに記載の金属多孔体。

【請求項 9】 金属基材板に接合された多数の繊維状金属の各間にニッケル粒子が介在されている請求項 1～8 の何れかに記載の金属多孔体。

【請求項 10】 多数本の繊維状金属が所定の配列で接合された金属基材板は、前記繊維状金属の非接合箇所に貫通孔が多数個形成されている請求項 1～9 の何れかに記載の金属多孔体。

【請求項 11】 金属基材板の各貫通孔の孔縁部にバリが形成されている請求項 10 に記載の金属多孔体

【請求項 12】 バリの高さが繊維状金属の長さよりも短く設定されている請求項 11 に記載の金属多孔体。

【請求項 13】 金属基材板の片面または両面に多数の繊維状金属が接合されてなる三次元形状の疑似多孔質の金属多孔体を製造する方法であって、前記金属基材板を移送しながら、この金属基材板の表面に接着剤を塗布して粘着層を形成する工程と、金属粉と結合剤樹脂とを混練して細長い短繊維状とした金属含有樹脂繊維が挿通できる多数個の配列用孔が隣接する各 2 個の間隔がほぼ一定となる所定の配列で形成されてなる配列用マスク体を、前記金属基材板に対し前記粘着層から所定距離だけ離間した近接位置で対向するよう配置する工程と、前記金属含有樹脂繊維を前記各配列用孔内にそれぞれ導入して、その各金属含有樹脂繊維の先端部を前記粘着層により前記金属基材板に接着する工程と、前記配列用マスク体を前記金属基材板から離間させることによって前記金属基材板上の各金属含有樹脂繊維を前記配列用孔から抜脱させる工程と、焼成および焼結することにより、金属含有樹脂繊維が変化してなる前記繊維状金属と前記金属基材板とを一体化する工程とを備えていることを特徴とする金属多孔体の製造方法。

【請求項 14】 配列用マスク体は、容器体の底板部に多数個の配列用孔が所定の配列で形成されてなり、複数個の前記各配列用マスク体を、互いに接触状態で前記金属基材板の移送方向に沿って配列し、且つ前記金属基材板に対し前記配列用孔が所定間隙を存して近接する配置で前記金属基材体と一体的に移動させながら、前記配列用孔内に金属含有樹脂繊維を導入し、全ての配列用孔への前記金属含有樹脂繊維の導入が終了した前記配列用マスク体を、前記金属基材板から離間させて前記配列用孔から前記金属含有樹脂繊維を抜脱させたのちに、前記移送方向の反対方向に搬送して前記各配列用マスク体の配列の最後部に順次配置して、各配列用マスク体の配列位置の入れ換えを行う請求項 13 に記載の金属多孔体の製造方法。

【請求項 15】 配列用マスク体は、容器体の底板部に多数個の配列用孔が所定の配列で形成されてなり、前記配列用マスク体を、所定距離で間欠的に移送される金属基材体に対しその静止時に前記配列用孔が所定間隙を存して近接するよう配置して、前記各配列用孔にそれぞれ金属含有樹脂繊維を導入し、全ての前記各配列用孔への前記金属含有樹脂繊維の導入が終了した前記配列用マスク体を、前記金属含有樹脂繊維が前記各配列用孔から抜脱する所定距離だけ前記金属基材板から離間させたのちに、前記金属基材板を配列用マスク体の長さに対応する所定距離だけ間欠移送する請求項 13 に記載の金属多孔体の製造方法。

【請求項 16】 環状の容器体の外周面を形成する底板部に多数個の配列用孔が所定の配列で形成されてなる配列用マスク体の一部を、移送される金属基材板に対し前

記配列用孔が所定間隙を存して近接するよう配置して、前記配列用孔に金属含有樹脂繊維を導入し、前記配列用マスク体を前記金属基材体の移送に同期して回転させる請求項 13 に記載の金属多孔体の製造方法。

【請求項 17】 配列用マスク体を、円形の容器体の外周面を形成する底板部に多数個の配列用孔が配設されたドラム形態として、

前記配列用マスク体を、連続的に移送される金属基材体の移送速度と同じ回転速度で回転させる請求項 16 に記載の金属多孔体の製造方法。

【請求項 18】 金属基材板の片面または両面に多数の繊維状金属が接合されてなる三次元形状の疑似多孔質の金属多孔体を製造する方法であって、

前記金属基材板を移送しながら、この金属基材板の表面に、粒状とした多数の接着剤を隣接する各 2 個の間隔がほぼ一定となる所定の配列で点描状に塗布する工程と、多数の金属粉と結合剤樹脂とを混練して細長い短繊維状とした金属含有樹脂繊維を前記金属基材板の表面に対し垂直な配置で散布して、粒状の前記接着剤上に散布された前記各金属含有樹脂繊維の先端部を前記接着剤で前記金属基材板にそれぞれ接着する工程と、前記金属基材板に接着しなかった金属含有樹脂繊維を除去する工程と、

焼成および焼結することにより、金属含有樹脂繊維が変化してなる前記繊維状金属と前記金属基材板とを一体化する工程とを備えていることを特徴とする金属多孔体の製造方法。

【請求項 19】 金属基材板の片面または両面に多数の繊維状金属が接合されてなる三次元形状の疑似多孔質の金属多孔体を製造する方法であって、前記金属基材板を移送しながら、この金属基材板の表面に接着剤を塗布して粘着層を形成する工程と、金属粉と結合剤樹脂とを混練して細長い短繊維状とした金属含有樹脂繊維の長さよりも小さい深さを有する多数個の保持穴がその隣接する各 2 個の間隔がほぼ一定となる所定の配列で形成された配列部材を備え、前記各保持穴内に前記金属含有樹脂繊維をそれぞれ導入して、前記各金属含有樹脂繊維を、その一部の保持穴への挿入によって前記配列部材に垂直方向に突出した林立状態で保持させる工程と、

前記配列用マスク体と前記金属基材板とを、互いに平行状態で対面するよう導くとともに、前記各金属含有樹脂繊維の先端部を前記粘着層に押し付けて接着したのちに、前記金属基材板と前記配列部材との離間によって前記各金属含有樹脂繊維を前記配列部材から前記金属基材板上に転移させる工程と、

焼成および焼結することにより、金属含有樹脂繊維が変化してなる前記繊維状金属と前記金属基材板とを一体化する工程とを備えていることを特徴とする金属多孔体の製造方法。

【請求項 20】 金属基材板に多数の金属含有樹脂繊維を林立状態で接着したのちに、焼成および焼結工程の前段工程において、ニッケルパウダを前記金属基材板上に散布して前記各金属含有樹脂繊維の間に介在させる請求項 13～19 の何れかに記載の金属多孔体の製造方法。

【請求項 21】 接着剤にニッケル燐粉末を混入する請求項 13～20 の何れかに記載の金属多孔体の製造方法。

【請求項 22】 金属含有樹脂繊維として、磁性を有する純金属または合金で形成したもの、或いは磁性を有する金属単体粉または金属化合物を樹脂中に分散させて成形したものをを用い、

金属基材板に多数の前記金属含有樹脂繊維を林立状態で接着する時あるいは接着したのちに、前記金属基材板を垂直磁界中に位置させて前記各金属含有樹脂繊維を前記金属基材板に対し垂直方向に配向させる請求項 13～21 の何れかに記載の金属多孔体の製造方法。

【請求項 23】 多数の金属含有樹脂繊維を林立状態に保持した金属基材板に、多数の貫通孔を所定の配置で穿孔する請求項 13～22 の何れかに記載の金属多孔体の製造方法。

【請求項 24】 金属基材板の所定箇所に、レーザー加工機による孔開け加工により貫通孔を形成する請求項 23 に記載の金属多孔体の製造方法。

【請求項 25】 金属基材板の所定箇所に、孔開け加工機の孔開け針を強制的に挿通させて貫通孔を形成する請求項 23 に記載の金属多孔体の製造方法。

【請求項 26】 請求項 1～12 の何れかに記載の金属多孔体を芯材として、前記金属多孔体の多数の繊維状金属の各間に活物質を充填して形成された電極板を用いて構成した電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えばリチウムイオン二次電池、ニッケル水素蓄電池またはニッケルカドミウム電池などの二次電池における電極板の芯材として好適に用いることのできる金属多孔体およびその金属多孔体を好適に製造できる製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 金属多孔体は、機械部品やその他の種々の産業分野に広く用いられており、様々な方法で製造されてきた。古くは金属粉末を原料粉末充填焼結法や粉末圧縮焼結法などにより形成および焼結する製造方法があり、近年では、ウレタンなどの三次元網目形状のスポンジ状発泡体の骨格表面にめっき法により金属を付着させる製造方法や、金属粉末を分散したスラリーに発泡体を浸漬させる製造方法が一般的に採用されている。さらに、繊維状金属が不規則に絡み合うフェルト状不織布を形成する方法（特開昭56-88266号公報参照）や、ステンレス鋼の細線集合体を焼結および圧延する方法（特開平

4-16550 号公報参照) などが検討されている。

【0003】ところで、電池の電極板は、一般に、上述のような金属多孔体を芯材として、この金属多孔体に正または負の活物質を充填した構造になっている。化学反応が生じる電池における電極板の芯材用の金属多孔体としては、上述のような種々のものが存在するなかで、三次元網目構造を有する金属発泡多孔体が近年において一般的に採用されている。この金属発泡多孔体としては、三次元網目形状となったポリウレタンシートのようなスポンジ状発泡体に、カーボンのような導電性塗料を含浸させたもの、或いは、無電解めっきなどの手段により導電性を付与したものに、その発泡体の骨格表面にめっき法により金属を付着させ、これを加熱してスポンジ状発泡体のみを焼結して除去したものが多用されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の金属発泡多孔体を電極板用の芯材として用いた電池では、比較的粘度の高いスラリー状となる活物質の単位体積当たりの充填量を大きくすることを目的として、金属発泡多孔体における活物質を充填するための孔を大きくすると、孔の中央部に充填されて網目状のニッケルから離れている活物質が充放電に活用され難いことから、活物質の利用率の低下を招いて電池の単位体積当たりの放電特性の向上を図れない。逆に、孔を小さくした形状とすれば、活物質を充填し難いことから、活物質の充填量が少なくなり、充填量を多くすることを目的として空孔率を高めようとするれば、ニッケルが細くなって電気抵抗が増大し、十分な電流が流れなくなる。したがって、この金属発泡多孔体を芯材とした電極板を用いて構成した電池は、電気自動車、電動工具または電動芝刈り機などの大きな電流を流すことが必要とされる用途には使用できない。

【0005】しかも、上記の金属発泡多孔体は、その製造工程にめっき法を用いることに起因して、関連設備および廃液処理に費用がかかる上に、消費電力が大きいことから、コスト高となる。さらに、めっき条件の制御が困難であるので、めっき速度を上げることができず、生産性の向上を図れない。そのため、金属発泡多孔体は高価なものになっており、電極板の使用枚数が多くなることから低価格の電極板が必須条件となる電気自動車用電池における電極板用芯材としては、コスト面から到底使用できない。

【0006】そこで、本件出願人は、低コストで簡単に製造でき、電池の電極板用芯材として用いた場合に活物質の利用率をより高めて大きな電流を取り出すことが可能な三次元形状の疑似多孔質の金属多孔体を提案している(特開平9-265991号、特開平10-134823号、特開平10-134824号および特開平10-144321号の各公報参照)。この金属多孔体は、主集電体となる金属基材板に、ニッケル繊維などからなる多数本の金属含有樹脂繊維を金属

基材板に対し垂直な配置で林立させ、焼成および焼結することにより、金属含有樹脂繊維が変化してなる繊維状金属を金属基材板に一体的に結合させた構成になっている。この金属多孔体を電池の電極用芯材として用いた場合には、金属多孔体が剣山状になっていることから多くの活物質を円滑に充填することができ、且つ多数の繊維状金属が活物質の集電子として機能するので、活物質の利用率が金属発泡多孔体に比較して格段に高くなる。したがって、上記金属多孔体を電極板の芯材として用いた電池は、電気自動車などの大きな電流を必要とする用途に好適なものとなる。

【0007】ところが、上記の金属多孔体の製造方法では、金属基材板上に金属含有樹脂繊維を接着剤で植毛するに際して、金属基材板上に接着材を塗布して粘着層を形成したのち、金属含有樹脂繊維を粘着層上に散布して、金属基材板に垂直磁界を作用させて金属含有樹脂繊維を金属基材板に対し垂直方向に配向させるようにしている。そのため、金属含有樹脂繊維は、金属基材板の全体にわたりほぼ一定の間隔或いは均一な密度となるようコントロールしながら植毛することが非常に困難であり、金属基材板に植毛された繊維状金属には、金属基材板の箇所によって疎密のばらつきが生じてしまい、しかも、その繊維状金属の配置には再現性がない。したがって、この金属多孔体を電極板の芯材として用いた電池は、繊維状金属が疎になり過ぎて箇所において繊維状金属間の活物質の導電性が低下して集電効率が悪く、且つ活物質の保持力が弱いという不具合が生じるおそれがある。

【0008】そこで、本発明は、上記従来の課題に鑑みてなされたもので、金属基材板の全体にわたり密度がほぼ均一となる配置で繊維状金属が接合されてなる金属多孔体およびそのような構成を備えた金属多孔体を再現性良く量産することができる製造方法を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の金属多孔体は、金属基材板の片面または両面に、多数本の繊維状金属が、配列規制手段によって設定された所定の配列状態の配置で接合されて、隣接する各2本の間隔がほぼ一定で、且つ前記金属基材板の単位面積当たりの本数がほぼ一定となる林立状態で固定されていることを特徴としている。

【0010】この金属多孔体は、電池の電極板用芯材として用いた場合に、各繊維状金属の間隔が金属基材板の全体にわたりほぼ均一であるから、活物質の利用率が金属基材板の全体にわたりばらつきがなくなって極めて高くなり、集電効率が金属基材板の全体にわたりばらつきなく均等となるから、大きな電流を取り出すことができる。

【0011】上記発明における金属基材板として、ニッ

ケル板または金属板にニッケルめっきされた鋼板を用いれば、導電性が一層向上した電極板用を得ることができる。

【0012】一方、上記発明における金属基材板として、ニッケル板に燐めっきまたはニッケル-燐めっきされた鋼板を用いれば、燐の存在によって金属基材板と繊維状金属との結着力が強化される効果を得ることができる。上記発明の金属多孔体において、金属基材板に接合された多数本の繊維状金属の配列構造は、行方向および列方向に配列されて、その行方向および列方向においてそれぞれ互いに隣接する各2本ずつの計4本が正方形、長方形、平行四辺形または菱形の何れかを形作る配置とすることが好ましい。これにより、繊維状金属を金属基材板に対し規則的な配列で接合できるから、互いに隣接して存在する各2本の繊維状金属の間隔が金属基材板の全体にわたりほぼ一定となつて、繊維状金属を金属基材板の全体にわたりほぼ一定の密度で配置できる。より好ましくは隣接する各3本が何れも正三角形を形作り、且つ或る1本に対してその周囲に計6本がそれぞれ同一間隔で隣接する配置とすれば、繊維状金属は、互いに隣接して存在する各2本の間隔が金属基材板の全体における何れの箇所においても全て同一となつて、金属基材板の全体にわたり正確に一定の密度となる配置になるから、繊維状金属の最も好ましい配列形状となる。

【0013】上記発明において、繊維状金属は隣接する各2本の間隔が100～500 μm の範囲内となる配置で金属基材板に接合されていることが好ましい。なぜならば、100 μm 以下に設定すると、焼成および焼結により繊維状金属とする前の金属含有樹脂繊維をこれに磁界をかけて金属基材板に対し垂直に林立させる場合に、磁化された金属含有樹脂繊維間の反発力が大きくなって金属含有樹脂繊維を所望する間隔に接合できないだけでなく、電極板を構成するに際して、隣接する繊維状金属の間の空間が不足して十分に活物質を充填することができず、一方、500 μm 以上の間隔に設定すると、電極板を構成するに際して、繊維状金属による活物質の保持力が低下するとともに、活物質と集電体としての繊維状金属間の電気抵抗が大きくなり、集電効率が低下する。

【0014】したがって、繊維状金属の間隔を100～500 μm に設定すれば、金属含有樹脂繊維を金属基材板に対し円滑に接合でき、電池の電極板用芯材として用いた場合に、各繊維状金属が可及的に小さい間隔で金属基材板に接合されていることから、活物質の殆どが繊維状金属の近くに存在するので、金属基材板が各繊維状金属を通じて効果的に集電作用を行い、集電効率が向上するとともに、各繊維状金属による活物質の保持力が向上する。より好ましくは200～300 μm に設定したものである。

【0015】上記発明において、繊維状金属は、金属粉と結合剤樹脂とを混練して細長い短繊維状とした金属含

有樹脂繊維を0.5～2 mmの範囲の長さとして金属基材板に接着剤で接着したのちに焼成および焼結工程を経ることによる形状変化によって長さが0.2～1 mmに設定されていることが好ましい。これにより、電池の電極板を構成する場合に、剣山状に林立させた繊維状金属の根元まで活物質を円滑に充填することができ、活物質の十分な保持力と活物質の利用効率の向上とを得ることができる。より好ましくは、0.7～1 mmの範囲の長さのものを形状変化によって長さが0.3～0.6 mmとなるよう設定されたものである。

【0016】上記発明において、繊維状金属は、金属粉と結合剤樹脂とを混練して細長い短繊維状とした金属含有樹脂繊維を30～100 μm の範囲の繊維径で金属基材板に接着したのちに焼成および焼結工程を経ることによる形状変化によって繊維径が20～60 μm に設定されていることが好ましい。なぜならば、金属多孔体の製造上において、金属含有樹脂繊維を焼成および焼結したのちの繊維状金属に20 μm の繊維径を確保するためには、焼結工程前の金属含有樹脂繊維において30 μm の繊維径を有している必要があり、この30 μm 以下の繊維径を有するような金属含有樹脂繊維は、金属含有樹脂繊維の金属成分となるニッケル粒子が1～20 μm であることから製作そのものが不可能である。

【0017】一方、金属含有樹脂繊維を焼結したのちの繊維状金属に60 μm の繊維径を確保するためには、焼成および焼結工程前の金属含有樹脂繊維において100 μm 程度の繊維径を有している必要があり、このような太い繊維径の金属含有樹脂繊維はコスト高となる。また、電極板を構成する場合には、繊維状金属の繊維径を20 μm 以下に設定すると、金属基材板に対する接合強度が不足し、60 μm 以上に設定すると、繊維径が大き過ぎて活物質を充填する空間を十分に確保できない。したがって、繊維径が20～60 μm の繊維状金属を用いて構成した金属多孔体では、繊維状金属を十分な接合強度で金属基材板に接合できるとともに、活物質を充填するための十分な空間を確保できる。

【0018】上記発明において、多数本の繊維状金属は、何れも金属基材板の垂直方向に対し所定の角度に傾斜して、互いに平行状態で一定方向を向いて前記金属基材板に接合されている構成とすることができ、これにより、互いに隣接する各2本の繊維状金属の間隔は金属基材板の表面上での繊維状金属の接合間隔よりも小さくなり、電池の電極板を構成した場合には、間隔が小さくなった分だけ各繊維状金属間の電気抵抗が低減して集電効率が向上する。

【0019】上記発明において、金属基材板に接合された多数の繊維状金属の各間にニッケル粒子を介在させた構成とすれば、導電性が一層向上した電極板を得ることができる。

【0020】上記発明において、多数本の繊維状金属が

所定の配列で接合された金属基材板は、前記繊維状金属の非接合箇所に通孔が多数個形成されている構成とすることができる。この金属多孔体を芯材に用いて構成した電極板は、通孔の存在によって金属基材板の歪みをとることができるとともに、通孔を通じて電解液の流通性が良くなるのに伴って放電特性が向上する。この金属多孔体は、特にスパイラル型電池の電極板用芯材として好適なものとなる。

【0021】また、上記構成の各通孔の孔縁部にバリが形成されていれば、電極板を構成した場合に、金属基材板がバリを通じて集電作用を行うので、その分だけ集電性が向上する。

【0022】さらに、上記構成のバリの高さを繊維状金属の長さよりも短く設定すれば、電極板を構成したときに、充填された活物質の内部にバリが埋め込まれてしまうので、バリがセパレータを突き破ることに起因する正極板と負極板との短絡といった不具合の発生を確実に防止することができる。

【0023】一方、金属基材板の片面または両面に多数の繊維状金属が接合されてなる三次元形状の疑似多孔質の金属多孔体を製造するための第1の発明に係る金属多孔体の製造方法は、前記金属基材板を移送しながら、この金属基材板の表面に接着剤を塗布して粘着層を形成する工程と、金属粉と結合剤樹脂とを混練して細長い短繊維状とした金属含有樹脂繊維が挿通できる多数個の配列用孔が隣接する各2個の間隔がほぼ一定となる所定の配列で形成されてなる配列用マスク体を、前記金属基材板に対し前記粘着層から所定距離だけ離間した近接位置で対向するよう配置する工程と、前記金属含有樹脂繊維を前記各配列用孔内にそれぞれ導入して、その各金属含有樹脂繊維の先端部を前記粘着層により前記金属基材板に接着する工程と、前記配列用マスク体を前記金属基材板から離間させることによって前記金属基材板上の各金属含有樹脂繊維を前記配列用孔から抜脱させる工程と、焼成および焼結することにより、金属含有樹脂繊維が変化してなる前記各繊維状金属と前記金属基材板とを一体化する工程とを備えていることを特徴とする。

【0024】この金属多孔体の製造方法では、金属含有樹脂繊維の金属基材板上への接合位置を配列用マスク体に形成した配列用孔により規制して、金属含有樹脂繊維を配列用孔の配置通りの配列状態で金属基材板上に接合することができる。そのため、本発明の金属多孔体、すなわち、隣接する各2本の間隔がほぼ一定で、且つ金属基材板の単位面積当たりの本数がほぼ一定となる林立状態で繊維状金属が金属基材板に植毛されてなる疑似多孔質の構造を備えた金属多孔体を、極めて高い再現性で量産することができる。

【0025】上記第1の発明の製造方法において、配列用マスク体は、容器体の底板部に多数個の配列用孔が所定の配列で形成されてなり、複数個の前記各配列用マ

スク体を、互いに接触状態で前記金属基材板の移送方向に沿って配列し、且つ前記金属基材板に対し前記配列用孔が所定間隙を存して近接する配置で前記金属基材体と一体的に移動させながら、前記配列用孔内に金属含有樹脂繊維を導入し、全ての配列用孔への前記金属含有樹脂繊維の導入が終了した前記配列用マスク体を、前記金属基材板から離間させて前記配列用孔から前記金属含有樹脂繊維を抜脱させたのちに、前記移送方向の反対方向に搬送して前記各配列用マスク体の配列の最後部に順次配置して、各配列用マスク体の配列位置の入れ換えを行うようにすることができる。

【0026】これにより、複数個の配列用マスク体を、金属基材板の移送に伴い先端側に位置するものを順次後端側に入れ換えることにより、金属基材板を一定速度で連続的に移送しながら金属含有樹脂繊維を金属基材板上に植毛することができるので、金属含有樹脂繊維の金属基材板への所定の配列による接合を能率的に行うことができる。しかも、配列用マスク体の個数を多くすれば、金属基材板の移送速度を一層上げることができ、金属多孔体の生産性を高めることができる。

【0027】また、上記第1の発明の製造方法において、配列用マスク体は、容器体の底板部に多数個の配列用孔が所定の配列で形成されてなり、前記配列用マスク体を、所定距離で間欠的に移送される金属基材体に対しその静止時に前記配列用孔が所定間隙を存して近接するよう配置して、前記各配列用孔にそれぞれ金属含有樹脂繊維を導入し、全ての前記各配列用孔への前記金属含有樹脂繊維の導入が終了した前記配列用マスク体を、前記金属含有樹脂繊維が前記各配列孔から抜脱する所定距離だけ前記金属基材板から離間させたのちに、前記金属基材板を配列用マスク体の長さに対応する所定距離だけ間欠移送する手段を用いることができる。

【0028】これにより、金属含有樹脂繊維の金属基材板への所定の配列による接合を、単一の配列用マスク体を昇降させるだけの簡単な構成で行うことができ、複数個の配列用マスク体を用いる場合のような隣接する2個の配列用マスク体の継ぎ目に対向する金属基材板の箇所に金属含有樹脂繊維が存在しない無植毛部分が生じるといった不具合が生じなく、金属基材板の全体にわたり金属含有樹脂繊維を確実に植毛できる利点がある。

【0029】また、上記第1の発明の製造方法において、環状の容器体の外周面を形成する底板部に多数個の配列用孔が所定の配列で形成されてなる配列用マスク体の一部を、移送される金属基材板に対し前記配列用孔が所定間隙を存して近接するよう配置して、前記配列用孔に金属含有樹脂繊維を導入し、前記配列用マスク体を前記金属基材板の移送に同期して回転させる手段を採用することができる。

【0030】これにより、容器状の配列用マスク体を用いる場合のように配列用マスク体の入れ換え動作や配列

用マスク体の昇降動作を行わせることなく、環状の容器体となった単一の配列用マスク体を金属基材体の移送に同期して回転させるだけでよく、作動制御を簡略化することができる。

【0031】上記手段を採用した場合には、配列用マスク体を、円形の容器体の外周面を形成する底板部に多数個の配列用孔が配設されたドラム形態として、前記配列用マスク体を、連続的に移送される金属基材体の移送速度と同じ回転速度で回転させるようにすることができる。

【0032】これにより、金属基材板およびドラム形態の配列用マスク体を互いに同期して共に連続的に移送および回転させるため、金属基材板に金属含有樹脂繊維を連続的に植毛することができ、金属多孔体を高い生産性で製造することができる上に、金属基材板に金属含有樹脂繊維の無植毛箇所が生じることがなく、高品質の金属多孔体を得ることができる。

【0033】また、金属基材板の片面または両面に多数の繊維状金属が接合されてなる三次元形状の疑似多孔質の金属多孔体を製造するための第2の発明に係る金属多孔体の製造方法は、前記金属基材板を移送しながら、この金属基材板の表面に、粒状とした多数の接着剤を隣接する各2個の間隔がほぼ一定となる所定の配列で点描状に塗布する工程と、多数の金属粉と結合剤樹脂とを混練して細長い短繊維状とした金属含有樹脂繊維を前記金属基材板の表面に対し垂直な配置で散布して、粒状の前記接着剤上に散布された前記各金属含有樹脂繊維の先端部を前記接着剤で前記金属基材板にそれぞれ接着する工程と、前記金属基材板に接着しなかった金属含有樹脂繊維を除去する工程と、焼結することにより、金属含有樹脂繊維が変化してなる前記各繊維状金属と前記金属基材板とを一体化する工程とを備えている。

【0034】この金属多孔体の製造方法では、金属含有樹脂繊維の金属基材板上への接合位置を金属基材板に塗布した粒状の接着剤により規制して、金属含有樹脂繊維を粒状の接着剤の塗布位置通りの配列状態で金属基材板上に接合することができる。そのため、隣接する各2本の間隔がほぼ一定で、且つ金属基材板の単位面積当たりの本数がほぼ一定となる林立状態で繊維状金属が金属基材板に植毛されてなる疑似多孔質の構造を備えた金属多孔体を、極めて高い再現性で量産することができる。

【0035】さらに、金属基材板の片面または両面に多数の繊維状金属が接合されてなる三次元形状の疑似多孔質の金属多孔体を製造するための第3の発明に係る金属多孔体の製造方法は、前記金属基材板を移送しながら、この金属基材板の表面に接着剤を塗布して粘着層を形成する工程と、金属粉と結合剤樹脂とを混練して短繊維状とした金属含有樹脂繊維の長さよりも小さい深さを有する多数個の保持穴がその隣接する各2個の間隔がほぼ一定となる所定の配列で形成された配列部材を備え、前記

各保持穴内に金属含有樹脂繊維をそれぞれ導入して、前記各金属含有樹脂繊維を、その一部の保持穴への挿入によって前記配列部材に垂直方向に突出した林立状態で保持させる工程と、前記配列用マスク体と前記金属基材板とを、互いに平行状態で対面するよう導くとともに、前記各金属含有樹脂繊維の先端部を前記粘着層に押し付けて接着したのちに、前記金属基材板と前記配列部材との離間によって前記各金属含有樹脂繊維を前記配列部材から前記金属基材板上に転移させる工程と、焼成および焼結することにより、金属含有樹脂繊維が変化してなる前記各繊維状金属と前記金属基材板とを一体化する工程とを備えている。

【0036】この金属多孔体の製造方法では、金属含有樹脂繊維を、金属基材板への植毛に先立って配列部材によって所定の配列状態に整列させたのちに、この配列状態を保持したまま金属基材板上に接着して転移させるので、隣接する各2本の間隔がほぼ一定で、且つ金属基材板の単位面積当たりの本数が一定となる林立状態で繊維状金属が金属基材板に植毛されてなる疑似多孔質の構造を備えた金属多孔体を、極めて高い再現性で量産することができる。

【0037】上記各発明において、金属基材板に多数の金属含有樹脂繊維を林立状態で接着したのちに、焼結工程の前段工程において、ニッケルパウダを前記金属基材板上に散布して前記各金属含有樹脂繊維の間に介在させるようにすれば、導電性に優れた電池の電極板を構成することができる。このニッケルパウダは、焼結時に金属基材板あるいは繊維状金属と一体となる。

【0038】上記各発明において、接着剤にニッケル燐粉末を混入すれば、焼成および焼結工程を経たのちの金属基材板と繊維状金属との結合強度が向上するとともに、導電性に優れた電池の電極板を構成することができる。

【0039】上記各発明において、金属含有樹脂繊維として、磁性を有する純金属または合金で形成したもの、或いは磁性を有する金属単体粉または金属化合物を樹脂中に分散させて成形したものを、金属基材板に多数の前記金属含有樹脂繊維を林立状態で接着する時あるいは接着したのちに、前記金属基材板を垂直磁界中に位置させて前記各金属含有樹脂繊維を前記金属基材板に対し垂直方向に配向させることができる。

【0040】これにより、金属含有樹脂繊維は、金属基材板に対し垂直な磁界を受けて磁化し、金属基材板に対し垂直な配置に整列された状態つまり各配列用孔に対し垂直に対向する配置に整列された状態となる。そのため、配列用マスク体に導いた金属含有樹脂繊維を、配列用マスク体の各配列用孔にスムーズに導入して挿通させることができる。

【0041】上記各発明において、多数の金属含有樹脂繊維を林立状態に保持した金属基材板に、多数の貫通孔

を所定の配置で穿孔するようにすれば、貫通孔を金属基材板における繊維状金属が接合されていない箇所確実に形成できる。

【0042】上記の貫通穴は、レーザー加工機による孔開け加工により形成すれば、貫通孔を、金属基材板の所定箇所に容易、且つ正確に形成することができる。

【0043】貫通穴は、上記穿孔手段とは別に、孔開け加工機の孔開け針を強制的に挿通させて形成するようにしても、同様に、金属基材板の所定箇所に容易、且つ正確に形成することができる。

【0044】上記発明の金属多孔体を芯材として、この金属多孔体の多数の繊維状金属の各間に活物質を充填して形成された電極板を用いて電池を構成すれば、剣山状の各繊維状金属の間に活物質がスムーズに充填されて活物質の充填量が十分となる上に、各繊維状金属が小さい間隔で金属基材板に接合されていることから、活物質の殆どが繊維状金属に接触するので、金属基材板が各繊維状金属を通じて効果的に集電作用を行い、しかも、各繊維状金属の間隔は金属基材板の全体にわたりほぼ同じであるから、集電効率が金属基材板の全体にわたりばらつきなく均等となり、大きな電流を取り出すことができる。

【0045】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施の形態について図面を参照しながら説明する。先ず、本発明の各実施の形態に係る金属多孔体の構成について図1ないし図5を参照しながら説明し、この金属多孔体を電極用芯材として用いた場合の効果については、上記多孔体を用いて構成した電池10を示す図6を参照しながら後述する。

【0046】図1(a)は本発明の第1の実施の形態に係る金属多孔体を示す断面図、(b)はその拡大平面図である。この金属多孔体は、金属基材板1の両面に対し多数本の繊維状金属2が垂直に林立する状態で接合されてなる三次元形状の疑似多孔質の構造を有している。繊維状金属2は、(b)に明示するように、隣接する各3本が何れも正三角形K1を形作る配置であって、或る1本に対してその周囲に計6本が何れも同一間隔dで隣接する配置になっている。したがって、繊維状金属2は、互いに隣接して存在する各2本の間隔dが金属基材板1の全体における何れの箇所においても全て同一であって、金属基材板1の全体にわたり正確に一定の密度となる配置になっており、繊維状金属2の最も好ましい配列形状である。なお、繊維状金属2は、用途によっては金属基材板1の片面のみに接合されることもある。

【0047】金属基材板1は、電池の電極板用芯材として用いる場合に主集電体として機能することから、導電体である必要があり、この実施の形態ではニッケル板あるいは鉄などの金属板にニッケルめっきされた鋼板が用いられている。望ましくは、金属基材板1としてニッケル

ル板にめっきあるいはニッケルめっきされた鋼板を用いるのがよい。この金属基材板1の厚さは数 μm ～数mmであり、厚さや材質などは用途に応じて適宜選定される。

【0048】一方、繊維状金属2は、後述の製造方法において説明するが、例えば金属粉と結合剤樹脂とを混練したものを細長い短繊維状に形成した金属含有樹脂繊維が金属基材板1に対し接着剤で仮固定されたのちに、焼成および焼結工程を経ることによって金属含有樹脂繊維における上記結合剤樹脂が分解除去されて、金属粉と金属基材板1とが熔融した金属状態で接合され金属含有樹脂繊維が繊維状金属となる。上記金属含有樹脂繊維としては、金属あるいは金属合金の粉末または金属化合物粉末を樹脂中に分散させて形成したものの何れでもよく、素材としては、ニッケル、コバルト、銅、アルミニウム、金、銀、鉄、亜鉛、インジウム、錫、鉛、バナジウム、クロムやそれらの合金を用いることができる。特に、ニッケルまたはコバルトを用いるのが好ましく、また、粉末の形状は粒状、針状、フレーク状などの何れの形状であってもよい。要するに、金属含有樹脂繊維は、焼成および焼結により繊維状金属2となって金属基材板1と一体化させることから、焼結できる金属であればよいが、特に、放電特性の大きいニッケル水素蓄電池やニッケルカドミウム電池の電極板用芯材として用いる場合には、化学反応の関係上、金属粉としてニッケルを用いるのが好ましい。

【0049】繊維状金属2の形状は、繊維径Rが20～60 μm で、且つ長さhが0.2～1mmになるように設定されており、また、その配置間隔dは150～500 μm に設定されている。但し、金属粉と樹脂からなる焼結前の金属含有樹脂繊維は、焼成および焼結工程を経ることにより、樹脂分が分解除去されて金属の粒子同士が密状態に並び変わり、収縮状態に形状が変化して繊維状金属2となる。そこで、金属含有樹脂繊維としては、焼成および焼結による形状変化分を見込んで繊維径が30～100 μm で、且つ長さが0.5～1mmのものをを用いれば、焼成および焼結工程を経て繊維状金属2となったときに、上述した繊維径Rおよび長さhとなる。また、この実施の形態の金属多孔体では、金属基材板1に接合された各繊維状金属2の間にニッケル粒子が介在されている。このニッケル粒子を介在させるに際しては、金属含有樹脂繊維を金属基材板1上に植毛した後であって焼結工程の前にニッケルパウダを金属基材板1上に散布したり、接着剤にニッケル粒子を混入するなどの手段などが用いられる。

【0050】図2(a)～(d)は、何れも第1の実施の形態の変形例の金属多孔体を示した拡大平面図であって、図1の金属多孔体と同様に、金属基材板1の両面に対し多数本の繊維状金属2が垂直の配置で林立させて接合されているが、金属基材板1に接合する繊維状金属2

の配列構造がそれぞれ異なっている。

【0051】すなわち、同図(a)は、行方向Hおよび列方向Vにおいて互いに隣接する各2本ずつの計4本の繊維状金属2がそれぞれ正方形K2を形作る配置になっており、行方向Hおよび列方向Vにおいて隣接する各2本の繊維状金属2の間隔はそれぞれ同一となっている。

(b)は、行方向Hおよび列方向Vにおいて互いに隣接する各2本ずつの計4本の繊維状金属2がそれぞれ長方形K3を形作る配置になっており、行方向Hにおいて隣接する各2本の間隔が同一であり、且つ列方向Vにおいて隣接する各2本の間隔が同一となるが、行方向Hと列方向Vとの間隔は若干相違する。(c)は、行方向Hおよび列方向Vにおいて互いに隣接する各2本ずつの計4本の繊維状金属2がそれぞれ平行四辺形K4を形作る配置になっており、行方向Hにおいて一定間隔であって列方向Vに対し一定角度に傾いた方向に一定間隔となる配列となる。(d)は、行方向Hおよび列方向Vにおいて互いに隣接する各2本ずつの計4本の繊維状金属2がそれぞれ菱形K5を形作る配置になっている。

【0052】上記(a)～(d)に示した各金属多孔体では、図1と同様に、繊維状金属2の繊維径Rが20～60 μm で、且つ長さhが0.2～1mmになるように設定されているとともに、隣接する各2本の繊維状金属2の配置間隔dは150～500 μm に設定されている。この各金属多孔体では、図1の金属多孔体における繊維状金属2のように金属基材板1の全体にわたり正確に一定な密度とはならないが、繊維状金属2を規則的な配列で接合していることから、互いに隣接して存在する各2本の繊維状金属2の間隔が金属基材板1の全体にわたりほぼ一定であって、繊維状金属2が金属基材板1の全体にわたりほぼ一定の密度で配置されている。

【0053】図3は本発明の第2の実施の形態に係る金属多孔体を示す断面図である。この金属多孔体では、第1の実施の形態の金属多孔体と同一の繊維状金属2が同一の配置で金属基材板2に接合されているが、相違する点は、金属基材板1の両面の各繊維状金属2が、金属基材板1の垂直方向に対し所定の角度に傾斜されて互いに平行状態で一定方向を向いて前記金属基材板に接合されている構成のみである。このように繊維状金属2を傾斜させる手段については、後述の製造方法において説明する。

【0054】図4は本発明の第3の実施の形態に係る金属多孔体における金属基材板7を示す斜視図である。この金属基材板7には、平板に対して円形の貫通孔8が規則的な配置で多数個穿孔されているとともに、これら各貫通孔8の両面側の孔縁部にバリ9がそれぞれ突設されている。各バリ9は、その高さを繊維状金属2の長さである0.2～1mmよりも低くなるよう設定して形成されている。この実施の形態の金属多孔体は、上記金属基材板7における貫通孔8の存在しない平坦面箇所において

繊維状金属2が図1(b)または図2(a)～(d)に示した何れかの配置で接合固定されている。但し、この金属多孔体の製造に際しては、金属基材板7に所定の配置で金属含有樹脂繊維を接合固定したのち、或いは焼成および焼結したのちに、その金属基材板8に対し所定の配置で貫通孔8を形成する手順で行われる。この点については、後述の製造方法で説明する。

【0055】図5は、上述の第1ないし第3の実施の形態の何れかの金属多孔体を芯材として用いた電極板により構成された電池10を示す部分分解斜視図である。金属多孔体の各繊維状金属2の間には活物質が刷り込むように充填されており、例えばニッケル水素蓄電池の場合には、この活物質として、例えば、水酸化ニッケルを83重量部、ニッケル粉末を10重量部、コバルト粉末を7重量部の割合として混合し、これらをカルボキシメチルセルロースの水溶液でペースト化したものが用いられている。上記の活物質を各繊維状金属2の間に充填した金属多孔体は、乾燥したのちに、その表面を圧延ローラなどで圧延して厚さ1mm程度とすることにより、正極板11を得る。この正極板11と、例えば水素吸蔵合金からなる負極板12との間にスルホン化されたポリエチレンもしくはポリプロピレンなどの公知のセパレータ13を介在して渦巻き状に巻回して、これを電池ケース14内に収納し、且つ電解液(図示せず)を注液したのちに、電池ケース14の開口部を封口板17で密閉することにより、上記電池10が構成されている。

【0056】つぎに、上記第1ないし第3の各実施の形態の金属多孔体における電池10の電極用芯材として用いた場合の効果について説明する。上記電池では、何れの金属多孔体を用いた場合においても、剣山状の各繊維状金属2の間に活物質がスムーズに充填されて活物質の充填量が十分となる上に、各繊維状金属2が100～500 μm と小さい間隔dで金属基材板1, 3, 7に接合されていることから、活物質の殆どが繊維状金属2に接触するので、金属基材板1, 3, 7が各繊維状金属2を通じて効果的に集電作用を行い、しかも、各繊維状金属2の上述した間隔dは金属基材板1の全体にわたりほぼ同じであるから、集電効率が金属基材板1, 3, 7の全体にわたりばらつきなく均等となる。その結果、活物質の利用率は金属基材板1, 3, 7の全体にわたりばらつきなく極めて高くなり、大きな電流を取り出すことができる。

【0057】なお、繊維状金属2の間隔dを100～500 μm に設定しているのは、100 μm 以下に設定すると、金属含有樹脂繊維に磁界をかけて金属基材板1, 3, 7に対し垂直に林立させる場合に、磁化された金属含有樹脂繊維間の反発力が大きくなり、所望する間隔に接合できないだけでなく、焼結工程後に隣接する繊維状金属2の間の空間が不足して十分に活物質を充填することができない。一方、500 μm 以上の間隔に設定すると、繊維

状金属2による活物質の保持力が低下するとともに、活物質から集電体としての繊維状金属2間の抵抗が大きくなり、集電効率が低下するためである。したがって、繊維状金属2の間隔を100～500 μm に設定すれば、繊維状金属2を金属基材板1, 3, 7に対し円滑に接合でき、且つ活物質の十分な保持力と集電効率の向上とを得ることができる。

【0058】また、金属基材板1, 3, 7として、ニッケル板あるいは鉄などの金属板にニッケルめっきされた鋼板を用いているので、導電性がさらに向上する。さらに、金属基材板1, 3, 7としてニッケル板に燐めっきあるいはニッケル-燐めっきされた鋼板を用いた場合には、燐の存在によって金属基材板1と繊維状金属2との結着力が強化される効果を得ることができる。一方、上記金属多孔体では、金属基材板1, 3, 7に接合された各繊維状金属2間にニッケル粒子を介在させていることにより、導電性が一層向上したものになっている。

【0059】さらに、上記各金属多孔体では、繊維状金属2の長さ h を0.2～1mmの範囲に設定しているので、剣山状に林立させた繊維状金属2の根元まで活物質を円滑に充填することができ、活物質の十分な保持力と活物質の利用効率の向上とを得ることができる。また、上記各金属多孔体では、繊維状金属2の繊維径 R を20～60 μm の範囲に設定しているので、繊維状金属2を十分な接合強度で金属基材板1に接合することができるとともに、活物質を充填するための十分な空間を確保できる。すなわち、繊維状金属2は、その繊維径 R を20 μm 以下に設定すると、金属基材板1に対する接合強度が不足し、60 μm 以上に設定すると、繊維径 R が大き過ぎて活物質を充填する空間を十分に確保できない。

【0060】また、金属多孔体の製造上において、金属含有樹脂繊維の焼結後の繊維状金属2に20 μm の繊維径 R を確保するためには、焼成および焼結前の金属含有樹脂繊維において30 μm の繊維径を有している必要があり、この30 μm 以下の繊維径を有するような金属含有樹脂繊維は、金属含有樹脂繊維の金属成分となるニッケル粒子が1～20 μm であることから、製作そのものが不可能である。一方、金属含有樹脂繊維の焼成および焼結後の繊維状金属2に60 μm の繊維径 R を確保するためには、焼成および焼結前の金属含有樹脂繊維において100 μm 程度の繊維径を有している必要があり、このような大きな繊維径の金属含有樹脂繊維はコスト高となる。

【0061】図3に示した第2の実施の形態の金属多孔体を電極板の芯材として用いた場合には、第1の実施の形態の金属多孔体を用いた場合と同様の上述の効果を得られるのに加えて、第1の実施の形態と同じ繊維径 R と長さ h とを有する繊維状金属2を第1の実施の形態と同様に金属基材板1の表面上に100～500 μm の間隔で接合しながら、互いに隣接する各2本の繊維状金属2の間隔は、金属基材板1の表面上での100～500 μm の間

隔よりも小さくなり、その間隔が狭くなった分だけ活物質と繊維状金属2の間の抵抗が低減して集電効率が向上する。

【0062】図4に示した第3の実施の形態の金属多孔体を電極板の芯材として用いた場合には、第1の実施の形態の金属多孔体を用いた場合と同様の上述の効果を得られるのに加えて、貫通孔8の存在によって金属基材板7の歪みをとることができるとともに、貫通孔8を通じて電解液の流通性が良くなるのに伴って放電特性が向上する。また、金属基材板7は、貫通孔8の孔縁部のバリ9を通じて集電作用を行うので、その分だけ集電性が向上する。しかも、バリ9は、繊維状金属2の長さである0.2～1mmよりも低い高さに設定されているから、充填された活物質の内部に埋め込まれてしまう。そのため、バリ9がセパレータ13を突き破ることに起因する正極板11と負極板12との短絡といった不具合の発生を確実に防止することができる。

【0063】つぎに、上述した各実施の形態の金属多孔体を再現性良く量産することのできる製造方法について説明する。図7は本発明の一実施の形態に係る金属多孔体の製造方法の全体の製造工程を示す工程図であり、この実施の形態では、第3の実施の形態の貫通孔8を有する金属多孔体を製造する場合を例示してある。巻き取りロール18に巻回された帯状の金属基材板1は、図示しない移送機構およびガイドローラなどにより一定速度で連続的に繰り出されて図示矢印方向に向け移送されていく。移送される金属基材板1の一面には、接着剤塗布装置19を通過するときに、接着剤容器20に収容されている接着剤21が均一に塗布されて、粘着層22が形成される。この接着剤21としては、ポリビニルアセテート樹脂、アクリル樹脂、ポリビニルブチラール樹脂、フェノール樹脂などが用いられる。この実施の形態では、接着剤21にニッケル-燐粉末が混入されている。また接着剤21の金属基材板1への塗布手段としては、周知のスプレー方式、コンマコート方式、ダイコート方式またはワイヤーバー方式の何れかが用いられる。

【0064】つぎに、粘着層22が形成された金属基材板1が金属含有樹脂繊維5の接着工程まで移送されたときに、散布用ホッパ23内に収容されている金属含有樹脂繊維5が、散布用ホッパ23から一定量ずつ散布用ローラ24上に散布されることにより、回転する散布用ローラ24によって均等にほぐされたのちに、金属基材板1上に載置されて一体的に移送される複数の容器状配列用マスク体27のうちの直下位置の配列用マスク体27内にほぼ均等に投入される。ここで使用される金属含有樹脂繊維5は、繊維径が30～100 μm で、長さが0.5～2mmに設定されており、この繊維径および長さは何れも後述の焼成および焼結工程を経ることにより繊維状金属2として金属基材板1に結合状態となった場合よりも若干大きい。

【0065】図7は、図6の工程中の配列用マスク体27の設置箇所の拡大断面図である。配列用マスク体27は、非磁性体、例えばステンレスによって上方開口した容器状に形成されて、その底板部27aに多数個の配列用孔27bが配設されている。この配列用孔27bは、図1(b)または図2(a)～(d)の何れかの配列と同一の配列で形成されており、その配列用孔27bの孔径は、金属含有樹脂繊維5が容易に挿通できるように、金属含有樹脂繊維5の繊維径の1.1～1.7倍、好ましくは1.4～1.6倍に設定されており、各配列用孔27bの間隔は100～500 μ mの範囲内に設定されている。また、配列用マスク体27の下面における四隅部分には、約0.5mm程度の長さを有するスペーサ用突部27cが下方に突設されている。各配列用マスク体27は、金属基材板1における移送方向に対し直交方向の幅とほぼ同一の幅を有して、金属基材板1の移送方向に沿って複数個（この実施の形態では5個の場合を例示）が互いに接触して一列に配置されている。このとき、各配列用マスク体27の底板部27aは、四隅のスペーサ用突部27cによって粘着層22に対し約0.5mm程度上方に離間した位置に保持されている。

【0066】一列に配列して金属基材板1上に載置された各配列用マスク体27は、散布用ローラ24の下方を通過するときに、金属含有樹脂繊維5を内部全体にほぼ均等に投入される。金属基材板1の移送路における散布用ローラ24の下方位置には、一対の配向磁石部28が金属基材板1の移送路の両側に配置されている。この両配向磁石部28は、複数の電磁石または永久磁石（図示せず）が互いに対をなすよう対向して、金属基材板1の移送路に向かって配置されており、金属基材板1の移送路に沿った一定距離の範囲内に金属基材板1に対し垂直に均一な配向磁場を発生させている。

【0067】したがって、配列用マスク体27の内部に投入された金属含有樹脂繊維5は、金属基材板1に対し垂直な磁界を受けて、金属基材板1に対し垂直な配置に整列された状態つまり各配列用孔27bに対し垂直に対向する配置に整列された状態となるため、配列用マスク体27の各配列用孔27bをスムーズに挿通して、各々の下端部が接着剤21の粘着層22によって金属基材板1の表面に接着される。すなわち、金属含有樹脂繊維5は、配列用マスク体27の各配列用孔27bの配列通りの配置に規制されて金属基材板1上に植毛される。このとき、配列用マスク体27は非磁性体で構成されていることから磁化されることがなく、金属含有樹脂繊維5が配列用マスク体27の配列用孔27bを円滑に挿通する。なお、一対の配向磁石部28は、電磁石により構成して、磁場として交番磁界を発生する（磁極が交互に発生する）よう駆動制御すれば、配列用マスク体27が僅かに振動されて、金属含有樹脂繊維5の配列用孔27bの挿通を一層スムーズに行うことができる。

【0068】一列に配列されて金属基材板1と一体的に移送される各配列用マスク体27のうちの移送方向の先端側の配列用マスク体27は、自体が有する全ての配列用孔27bを介して金属含有樹脂繊維5の接着が終了したのちに、所定の位置まで移送されたときに、図示しないマスク体移送機構によって矢印で示すように金属基材板1に対し垂直方向に持ち上げられる。これにより、金属基材板1上には、配列用マスク27の各配列用孔27bで規制された配置で植毛された金属含有樹脂繊維5が残存する。持ち上げられた配列用マスク体27は、2点鎖線矢印で示すように、配列方向の後方側に移送されて、配列方向後端の配列用マスク体27に接触させた状態で再び金属基材板1上に配置される。

【0069】上述のようにして、複数個の配列用マスク体27は、金属基材板1の移送に伴い先端側に位置するものが順次後端側に入れ換えられて、移送中の金属基材板1の一面には、金属含有樹脂繊維5が図1(b)または図2(a)～(d)の何れかの配列で接着されている。この金属含有樹脂繊維5の植毛工程では、金属基材板1を一定速度で連続的に移送しながら金属含有樹脂繊維5を金属基材板1上に植毛するので、金属含有樹脂繊維5の金属基材板1への所定の配列による接合を能率的に行うことができ、しかも、配列用マスク体27の個数を多くすれば、金属基材板1の移送速度を一層上げることができるから、金属多孔体の生産性を高めることができる。

【0070】一面側に金属含有樹脂繊維5が植毛された金属基材板1は、2個の方向転換用ローラ29、30を介して、上述した金属基材板1の一面に金属含有樹脂繊維5を植毛するための第1の移送路に対しその下方位置において平行な第2の移送路に導かれる。この第2の移送路には、第1の移送路と同様の接着剤塗布装置19、散布用ホッパ23、散布用ローラ24、複数個の配列用マスク体27および一対の配向磁石部28が設けられている。したがって、金属基材板1には、他面にも一面と同様の配列で金属含有樹脂繊維5が粘着層22によって接着される。

【0071】両面に金属含有樹脂繊維5が所定の配列状態に植毛された金属基材板1には、レーザー発振器32および加工ヘッド33などを備えて周知の構成となったレーザー孔開け加工機31により、図5に示した孔縁部にバリ9を有する貫通孔8が約100 μ mの間隔で加工される。貫通孔8の加工が終了した金属基材板7には、散布装置34によってニッケルパウダ37が散布される。

【0072】続いて、両面に金属含有樹脂繊維5が所定の配列で植毛され、且つ貫通孔8が加工された金属基材板7は、移送路に沿って焼成炉38内に導かれる。この焼成炉38内では、大気気流中の雰囲気下で30～60分の時間をかけて炉内温度が室温から350～450 $^{\circ}$ Cまで昇温されることにより加熱され、その加熱状態が5～10分

間保持されたのちに室温まで冷却される。この焼成工程により、各金属含有樹脂繊維5は、加熱により固化された接着剤21で金属基材板7に上記の配列状態を保持したまま固定される。

【0073】最後に、金属基材板7は、移送路に沿って還元炉39内に導かれて、この還元炉39内において還元性ガス、例えば水素を30%以上含むガス雰囲気下で10分の時間をかけて炉内温度が850～1000℃まで昇温されることにより加熱され、この加熱状態を1分以上保持されたのちに、炉内温度を上記の水素を30%以上含むガス雰囲気下で200℃以下の温度に下げて冷却され、その後大気中でさらに冷却される。これにより、金属含有樹脂繊維5中の金属粉が焼成により繊維状金属2となって金属基材板7と一体化する。

【0074】すなわち、金属含有樹脂繊維5中の結合剤樹脂が分解除去されるとともに、接着剤21中の有機物質が分解して除去され、酸化ニッケルが水素と結合して金属となる。この金属含有樹脂繊維5が形状変化した繊維状金属2と金属基材板7とが溶融した金属状態同士で強固に接合して一体化され、高い気孔率の剣山状の第3の実施の形態の金属多孔体が出来上がる。また、この実施の形態では、接着剤塗布装置19を用いた接着剤塗布工程において、接着剤21にニッケル燐粉末が混入されているので、焼結強度が向上するとともに、電池の電極用芯材として用いた場合には導電性が向上する。なお、繊維状金属2は、上記焼成および焼結工程を経ることにより、金属含有樹脂繊維5における30～100μmの範囲内であった繊維径が20～60μmに、0.5～2mmの範囲内であった長さが0.2～1mmに形状変化する。

【0075】図1および図2に示した第1の実施の形態に係る金属多孔体を得たい場合には、レーザー孔開け加工機31が上記の製造工程中から除外される。図3に示した第2の実施の形態の金属多孔体を得たい場合には、レーザー孔開け加工機31が上記工程中から除外されるとともに、一対の配向磁石部28が、金属基材板1の移送路に対し一定角度に傾斜する方向の両側に対向配置される。これにより、金属基材板1の移送路には、移送方向に対し所定角度となる方向に配向磁場が発生して、各金属含有樹脂繊維5が配列用孔27bに対し傾斜した状態で導入されて金属基材板1に傾斜して何れかの同一方向を向いた配置で接着される。この場合には、配列用孔27bが若干大きな孔径に形成された配列用マスク体27が用いられる。

【0076】図8は、図6の製造工程中の穿孔工程において、レーザー孔開け加工機31に代えて、機械的な孔開け加工機41を用いて金属基材板1に貫通孔8を加工する場合を示す側面図である。この孔開け加工機41は、金属基材板1を受け台44で下方から支持した状態において、複数の孔開け針42を有する加圧部材43が金属基材板1に向け下降しながら各孔開け針42を金属

基材板1に強制的に挿通させるとともに、その各孔開け針42が受け台44の受け穴47に挿入するまで加圧部材43が下降することにより、孔開け針42で金属基材板1を押し開けて孔縁部にバリ9を有する貫通孔8を加工する。但し、この孔開け加工機41を用いた場合には、バリ9が金属基材板7の下面側の孔縁部のみ形成されることになる。

【0077】図9は、上記第1の実施の形態に係る製造方法における変形例を示す植毛工程の工程図であり、図6の製造工程中の金属含有樹脂繊維5の植毛工程のみを変更するものである。同図において、図6と同一のものには同一の符号付してその説明を省略する。この植毛工程では、図6と同一構成の配列用マスク体27を単一備えているだけであり、この単一の配列用マスク体27は、金属基材板1上に載置された実線で示す植毛位置と、金属基材板1から離間するよう持ち上げられた2点鎖線で示す退避位置とに択一的に位置制御される。また、金属基材板1は、配列用マスク体27の移送方向の長さに相当する一定距離ずつ間欠送りされる。

【0078】配列用マスク体27が上方の退避位置に保持された状態において金属基材板1が一定距離だけ移送されたのちに停止し、その状態において配列用マスク体27が植毛位置まで下降して金属基材板1上に載置され、この配列用マスク体27内に金属含有樹脂繊維5が投入される。この配列用マスク体27内に投入された金属含有樹脂繊維5は、一対の配向磁石部28から金属基材板1に対し垂直な磁界を受けて、金属基材板1に対し垂直な配置に整列された状態つまり各配列用孔27bに対し垂直に対向する配置に整列された状態となって、配列用マスク体27の各配列用孔27b内にスムーズに導入されて挿通し、下端部が接着剤21の粘着層22によって金属基材板1上に接着される。

【0079】配列用マスク体27が金属基材板1上に載置されてから所定時間が経過して、配列用マスク体27の全ての配列用孔27bに対し金属含有樹脂繊維5の挿入が終了すると、配列用マスク体27は退避位置まで持ち上げられ、配列用孔27bから金属含有樹脂繊維5が抜脱する。そののちに、金属基材板1は、配列用マスク体27の移送方向の長さに相当する所定距離だけ移送されたのち、再び静止され、その金属基材板1上に配列用マスク体27が載置され、上述と同様の動作を繰り返す。

【0080】この金属含有樹脂繊維5の植毛工程では、金属基材板1を間欠送りすることから植毛工程を連続的に行えないが、単一の配列用マスク体27を昇降させるだけの簡単な構成となる上に、図6に示した複数の配列用マスク体27を用いる場合に比較して、隣接する2個の配列用マスク体27の継ぎ目に対向する金属基材板1の箇所金属含有樹脂繊維5が存在しない無植毛部分が生じるといった不具合が生じることなく、金属基材板

1の全体にわたり金属含有樹脂繊維5を確実に植毛できる利点がある。

【0081】図10は、上記第1の実施の形態に係る製造方法における他の変形例を示す植毛工程の断面図であり、図6の製造工程中の金属含有樹脂繊維5の植毛工程のみを変更するものである。同図において、図6と同一のものには同一の符号を付してその説明を省略する。この植毛工程では、ドラム形態となった配列用マスク体48が用いられている。この配列用マスク体48は、その一部の拡大断面図である図11に示すように、ほぼリング状となった2枚（一方のみ図示）の側板部48aの各々の外周端縁部間に、金属含有樹脂繊維5の配列用孔48cが所定の配列で形成された円形の底板部48bを挟み込んで固定した構成になっており、配列用孔48cは図1(b)または図2(a)～(d)の何れかの配列形状に配設されている。このドラム形態の配列用マスク体48は、金属基材板1の移送速度と同じ回転速度で回転される。

【0082】金属基材板1は、複数個（この実施の形態では3個）のガイドローラ49によってドラム形態の配列用マスク体48に対しその下部から約1/4周に達する部分に押し付けられて、回転する配列用マスク体48と一体的に移送される。このとき、金属基材板1は、配列用マスク体48における両側板部48aの外周端部に押し付けられて、底板部48bに対し0.5mm程度離間した状態に保持されている。すなわち、接着剤塗布装置19によって金属基材板1の一面に形成された粘着層22は、配列用マスク体48の底板部48bに対し接触しない位置に離間した状態に保持されている。

【0083】金属含有樹脂繊維5は、配列用マスク体48の内部に設置された散布用ホッパー23から散布用ローラ24を介して回転中の配列用マスク体48の下端部分に投入されていく。この配列用マスク体48内に收容された金属含有樹脂繊維5は、一对の配向磁石部28から金属基材板1の接線に対し垂直方向の磁界を受けて、金属基材板1に対し垂直な配置に整列された状態つまり各配列用孔48cに対し垂直に対向する配置に整列された状態となって、配列用マスク体48の各配列用孔48cにスムーズに導入されて挿通し、その下端部が接着剤21の粘着層22によって金属基材板1に接着される。

【0084】この金属基材板1に接着された金属含有樹脂繊維5は、配列用孔48cに挿通した状態を保持したまま金属基材板1の移送に伴い配列用マスク体48と一体的に移送されていき、配列用マスク体48が約1/4周余り回転し終えた時点で金属基材板1が方向転換用ローラ50を介して水平方向の移送路に方向転換して移送されるときに、配列用孔48cから抜脱して配列用マスク体48から離間する。これにより、連続的に移送される金属基材板1上には、金属含有樹脂繊維5が配列用マスク体48の各配列用孔48cの配列通りの配置で連続

的に植毛されていく。

【0085】この植毛工程は、容器状の配列用マスク体27の入れ換え動作や昇降動作を行う場合に比較して、作動制御が簡単となるとともに、金属基材板1およびドラム形態の配列用マスク体48が互いに同期して共に連続的に移送および回転されるので、金属基材板1に金属含有樹脂繊維5を連続的に植毛することができ、金属多孔体を高い生産性で製造することができる上に、金属基材板1に金属含有樹脂繊維5の無植毛箇所が生じることがなく、高品質の金属多孔体を得ることができる極めて好ましいものとなる。

【0086】図12は、上記第1の実施の形態に係る製造方法におけるさらに他の変形例を示す植毛工程の断面図であり、図6の製造工程中の金属含有樹脂繊維5の植毛工程のみを変更するものである。同図において、図7と同一のものには同一の符号を付してその説明を省略する。この植毛工程の配列用マスク体51は、図11および図12で示したドラム形態の配列用マスク体48と同様の回転式のものであるが、六角形状の筒状の外観を呈して金属含有樹脂繊維5の收容部が環状に形成されており、その收容部の底板部51aに金属含有樹脂繊維5の配列用孔51bが図1(b)または図2(a)～(d)の何れかに示した配列状態に配設されている。

【0087】この植毛工程では、金属基材板1の移送路が、外形が六角形の配列用マスク体51における下端に位置する一辺の直線部に接触する直線状になっている。配列用マスク体51は、回転に伴い六つの直線部が順次金属基材板1に対し平行に位置して接触状態となったときにそれぞれ所定時間の間回転を停止するよう間欠的に回転される。金属含有樹脂繊維5は、配列用マスク体51が停止している間に、配列用マスク体51における金属基材板1に接触する一辺の直線部の各配列用孔51bを通して金属基材板1上に接着剤21の粘着層22を介して接触される。

【0088】所定時間が経過して一辺の直線部の各配列用孔51bを通しての金属含有樹脂繊維5の接着が終了すると、配列用マスク体51は、2点鎖線で示すように、角部51cで金属基材板1を僅かに下方に押し下げながら次の一辺の直線部が金属基材板1に対し平行に位置して接触する状態となるまで間欠的に回転する。このとき、金属基材板1は、配列用マスク体51の回転速度と同じ移送速度で移送されて、配列用マスク体51の次の一辺の直線部が接触したときに移送を停止される。以下、上述と同様の動作を繰り返して、金属基材板1上には、金属含有樹脂繊維5が配列用マスク体51の各配列用孔51bの配列通りの配置で植毛されていく。この植毛工程では、配列用マスク体51および金属基材板1が互いに同期して間欠回転および間欠移送されるが、金属基材板1への金属含有樹脂繊維5の植毛をほぼ連続的に行うことができる。

【0089】以上説明した第1の実施の形態に係る金属多孔体の製造方法では、金属含有樹脂繊維5の金属基材板1上への接合位置を配列用マスク体27、48；51に形成した配列用孔27b、48c、51bにより規制して、繊維状金属2を配列用孔27b、48c、51bの配置通りの配列状態で金属基材板1上に接合することができる。これにより、第1の実施の形態の製造方法を採用すれば、本発明の各実施の形態に係る金属多孔体、すなわち、隣接する各2本の間隔がほぼ一定で、且つ金属基材板1の単位面積当たりの本数が一定となる林立状態で金属含有樹脂繊維5が金属基材板1に植毛されてなる疑似多孔質の構造を備えた金属多孔体を、極めて高い再現性で量産することができる。

【0090】図13は、本発明の第2の実施の形態に係る金属多孔体の製造方法における接着剤塗布工程および金属含有樹脂繊維5の植毛工程を示す一部破断した側面図である。すなわち、この製造方法を具現化した製造工程は、図6の工程図における接着剤塗布装置19と複数個の配列用マスク体27などからなる植毛機構部に代えて、スクリーン転写印刷装置52と散布用ホッパ53および配向磁石部28とを設置したものとなり、その他の工程は図6と同様である。

【0091】移送路に沿って移送される金属基材板1には、図14(a)に示すように、スクリーン転写印刷装置52により粒状の接着剤21が点描状に塗布される。スクリーン転写印刷装置52は、半導体装置の製造工程において厚膜ペーストによる回路を基板に形成するのに使用されるものとほぼ同等の構成を有するものである。すなわち、スクリーン転写印刷装置52は、例えば、枠体の底面部にステンレス、ナイロンまたはポリエステルからなるメッシュ状のスクリーンが張り付けられて容器体とされ、移送される金属基材板1に対しスクリーンを所定の間隔を存して対向するよう配置して、その容器体に収容された接着剤21をブレードの作動によってスクリーンに刷り込むことにより、スクリーンの多数の透孔を通して粒状となった接着剤21が金属基材板1上に塗布される。上記スクリーンには、多数の透孔が図1

(b)または図2(a)～(d)の何れかに示した配列状態に形成されている。これにより、移送される金属基材板1上には、粒状の接着剤21が所定の配列で塗布される。

【0092】接着剤塗布工程の後段側の金属含有樹脂繊維5の植毛工程では、図14(b)に示すように、金属基材板1における粒状の接着剤21が所定の配列状態に塗布された表面に、金属含有樹脂繊維5が散布用ホッパ53から散布される。この散布される金属含有樹脂繊維5は、一対の配向磁石部28から金属基材板1に対し垂直方向の磁界を受けて磁化することにより、金属基材板1に対し垂直な配置に整列された状態となって金属基材板1の表面に向け落下する。これらの金属含有樹脂繊維

5のうちの粒状の接着剤21上に落下したものは、接着剤21によって金属基材板1に対し垂直な配置で接着され、金属基材板1の表面に直接落下したものは接着されない。この金属基材板1に接着されなかった金属含有樹脂繊維5は、図示しない除去手段、例えば送風手段や金属基材板1に付与する振動手段などによって金属基材板1上から除去される。その結果、金属基材板1上には、図15(c)に示すように、多数本の金属含有樹脂繊維5が粒状の接着剤21の塗布位置にのみ接着されて所定の配列となる林立状態で固定される。

【0093】なお、金属基材板1上に粒状の接着剤21を所定の配列状態に塗布する手段としては、上記のスクリーン転写印刷装置52を用いる以外に、ジェット噴射方式またはグラビア印刷方式などの接着剤塗布制御装置を用いることができる。

【0094】この第2の実施の形態に係る金属多孔体の製造方法では、金属含有樹脂繊維5の金属基材板1上への接合位置を金属基材板1に塗布した粒状の接着剤21により規制して、金属含有樹脂繊維5を粒状の接着剤21の塗布位置通りの配列状態で金属基材板1上に接合することができる。これにより、第2の実施の形態の製造方法を用いた場合にも、本発明の各実施の形態に係る金属多孔体、すなわち、隣接する各2本の間隔がほぼ一定で、且つ金属基材板1の単位面積当たりの本数が一定となる林立状態で繊維状金属2が金属基材板1に植毛されてなる疑似多孔質の構造を備えた金属多孔体を、極めて高い再現性で量産することができる。

【0095】図15は、本発明の第3の実施の形態に係る金属多孔体の製造方法における金属含有樹脂繊維5の植毛工程を示す一部破断した側面図である。すなわち、この製造方法を具現化した製造工程は、図6の工程図における接着剤塗布装置19と複数個の配列用マスク体27および一対の配向磁石部28とからなる植毛機構部に代えて、図15に示した機構を設置したものとなり、その他の工程は図6と同様である。

【0096】金属含有樹脂繊維5は散布用ホッパ53から配列部材54上に散布される。この配列部材54は、図16に示すように、非磁性体、例えばステンレスからなる5cm角の直方体の板材に、保持孔54aが図1(b)または図2(a)～(d)の何れかに示した配列状態に配設された構成になっている。保持孔54aは、金属含有樹脂繊維5の長さよりも小さい深さで、金属含有樹脂繊維5が容易に挿入できる径を有している。この配列部材54は複数個備えており、これら各配列部材54は、矢印方向に回送されるコンベア57上に、互いに接触させてコンベア57の移動方向に沿って一列に配置した状態で載置されている。

【0097】コンベア57により移送される各配列部材54上には、散布用ホッパ53から金属含有樹脂繊維5が散布される。この散布される金属含有樹脂繊維5は、

一対の配向磁石部28により配列部材54に対し垂直方向の磁界を受けて磁化することにより、図16に示すように、配列部材54に対し垂直な配置に整列された状態となって配列部材54上に向け落下する。これらの金属含有樹脂繊維5のうちの保持孔54a上に落下したものは、その下部が保持孔54a内に挿入して配列部材54に対し垂直な立った突出状態に保持される。保持孔54aに保持されなかった金属含有樹脂繊維5は図示しない除去手段、例えば送風手段やコンベア57に付与する振動手段などによって配列部材54上から除去される。その結果、配列部材54上には、図17に示すように、多数本の金属含有樹脂繊維5が保持孔54aに対応する所定の配列で林立する状態に保持される。

【0098】一方、金属基材板1は、ガイドローラ61を介して上方から配列部材54に近接する方向に導かれる移送路に沿って一定速度で連続移送される。この金属基材板1の表面には、接着剤容器59内に収容されている接着剤21がスプレーノズル58から吹き付けられて、接着剤21の粘着層22が形成される。粘着層22が形成された金属基材板1は、一対の押圧ガイドローラ60によって各配列部材54の移送方向に対し平行になるよう移送方向を変換され、且つ配列部材54の上面から突出状態で保持孔54aに保持されている金属含有樹脂繊維5に対して粘着層22を押し付けるように案内される。これにより、配列部材54に立設状態に保持された各金属含有樹脂繊維5は、金属基材板1に対し垂直に対向した状態のまま粘着層22に付着して、配列部材54から金属基材板1上に転移する。その後、第1の実施の形態の製造方法と同様に、焼成工程および焼結工程を経ることにより、金属含有樹脂繊維5が形状変化してなる各繊維状金属2が金属基材板1に強固に接合されて疑似多孔質の金属多孔体が出来上がる。

【0099】この第3の実施の形態に係る金属多孔体の製造方法では、金属含有樹脂繊維5を、金属基材板1への植毛に先立って配列部材54によって所定の配列状態に整列させたのちに、この配列状態を保持したまま金属基材板1上に接着して転移させるようにしている。これにより、この第3の実施の形態の製造方法を用いた場合にも、本発明の各実施の形態に係る金属多孔体、すなわち、隣接する各2本の間隔がほぼ一定で、且つ金属基材板1の単位面積当たりの本数が一定となる林立状態で繊維状金属2が金属基材板1に植毛されてなる疑似多孔質の構造を備えた金属多孔体を、極めて高い再現性で量産することができる。

【0100】

【発明の効果】以上のように、本発明の金属多孔体によれば、多数本の繊維状金属が、金属基材板に対し配列規制手段によって設定された所定の配列状態の配置で接合されて、隣接する各2本の間隔がほぼ一定で、且つ前記金属基材板の単位面積当たり本数がほぼ一定となる林立

状態で固定されている構成としたので、電池の電極板用芯材として用いた場合に、各繊維状金属の間隔が金属基材板の全体にわたりほぼ均一であるから、活物質の利用率が金属基材板の全体にわたりばらつきがなくなって極めて高くなり、集電効率が金属基材板の全体にわたりばらつきなく均等となるから、大きな電流を取り出すことができる。

【0101】また、本発明の金属多孔体の製造方法によれば、金属含有樹脂繊維が挿通できる多数個の配列用孔が隣接する各2個の間隔がほぼ一定となる所定の配列で形成されてなる配列用マスク体を用いて、金属含有樹脂繊維の金属基材板上への接合位置を配列用孔により規制して、金属含有樹脂繊維が焼成および焼結により形状変化した繊維状金属を配列用孔の配置通りの配列状態で金属基材板上に接合するようにしたので、隣接する各2本の間隔がほぼ一定で、且つ金属基材板の単位面積当たりの本数がほぼ一定となる林立状態で繊維状金属が金属基材板に植毛されてなる疑似多孔質の構造を備えた金属多孔体を、極めて高い再現性で量産することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の第1の実施の形態に係る金属多孔体を示す断面図、(b)はその拡大平面図。

【図2】(a)～(d)は何れも同上の金属多孔体における金属基材板に対する繊維状金属の配列構造の変形例をそれぞれ示した拡大平面図。

【図3】本発明の第2の実施の形態に係る金属多孔体を示す断面図。

【図4】本発明の第3の実施の形態に係る金属多孔体における金属基材板を示す斜視図。

【図5】同上の各実施の形態の何れかの金属多孔体を用いて構成された電池を示す部分分解斜視図。

【図6】本発明の第1の実施の形態に係る金属多孔体の製造方法の全体の製造工程を示す工程図。

【図7】図6の製造工程中の金属含有樹脂繊維の植毛工程の拡大断面図。

【図8】図6の製造工程中の穿孔工程において機械的な孔開け加工機を用いて金属基材板に孔を加工する状態を示した側面図。

【図9】同上の第1の実施の形態に係る製造方法における変形例を示す植毛工程の断面図。

【図10】同上の第1の実施の形態に係る製造方法における他の変形例を示す植毛工程の断面図。

【図11】同上植毛工程に用いる配列用マスク体の一部の拡大断面図。

【図12】同上の第1の実施の形態に係る製造方法におけるさらに他の変形例を示す植毛工程の断面図。

【図13】本発明の第2の実施の形態に係る金属多孔体の製造方法の要部工程を示す一部破断した側面図。

【図14】(a)は同上の実施形態の製造方法における接着剤塗布工程で接着剤が点描状に塗着された金属基材

板を示す斜視図、(b)は金属基材板に金属含有樹脂繊維を植毛する状態を示す斜視図、(c)は金属基材板に金属含有樹脂繊維が植毛された状態を示す斜視図。

【図15】本発明の第3の実施の形態に係る金属多孔体の製造方法における金属含有樹脂繊維の植毛工程を示す一部破断した側面図。

【図16】同上の実施形態の製造方法の植毛工程における配列用部材に金属含有樹脂繊維を挿入して配列させる状態を示す斜視図。

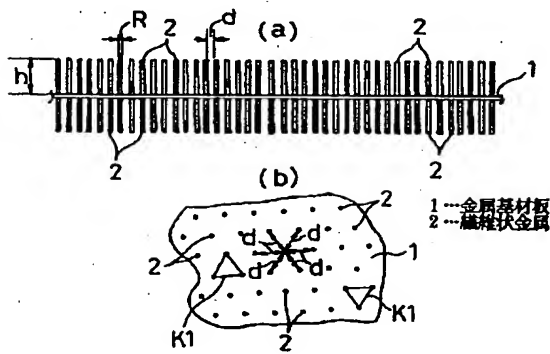
【図17】同上の実施形態の製造方法の植毛工程における配列用部材に整列した金属含有樹脂繊維を金属基材板上に転写して仮固定する状態の斜視図。

【符号の説明】

- 1, 3, 7 金属基材板
- 2 繊維状金属
- 5 金属含有樹脂繊維
- 8 貫通孔

- 9 バリ
- 10 電池
- 19 接着剤塗布装置
- 21 接着剤
- 22 粘着層
- 2, 7, 48, 51 配列用マスク体
- 2, 7b, 48c, 51b 配列用孔
- 28 配向磁石部
- 31 レーザー孔開け加工機
- 37 ニッケルパウダ
- 38 焼成炉
- 39 還元炉
- 41 孔開け加工機
- 52 スクリーン転写印刷装置
- 54 配列部材
- 54a 保持孔

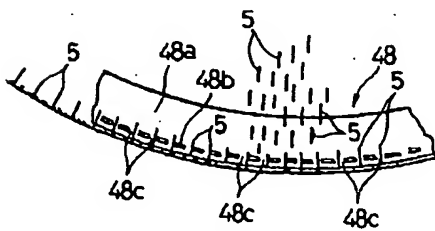
【図1】



【図3】

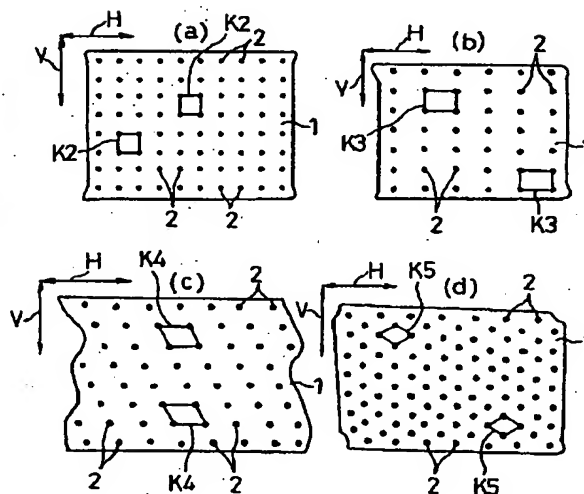


【図11】

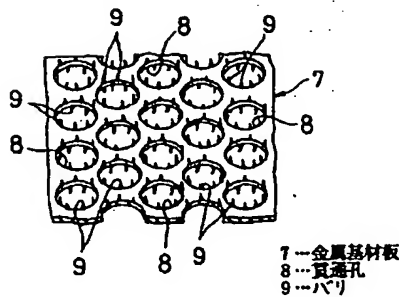


48c 配列用孔

【図2】

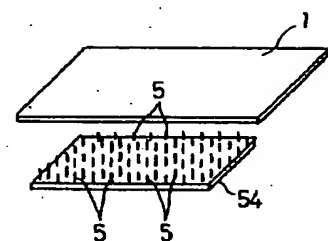


【図4】

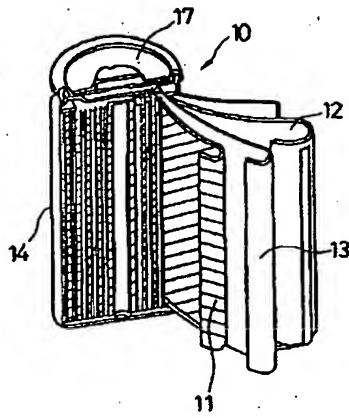


1 金属基材板
8 貫通孔
9 バリ

【図17】

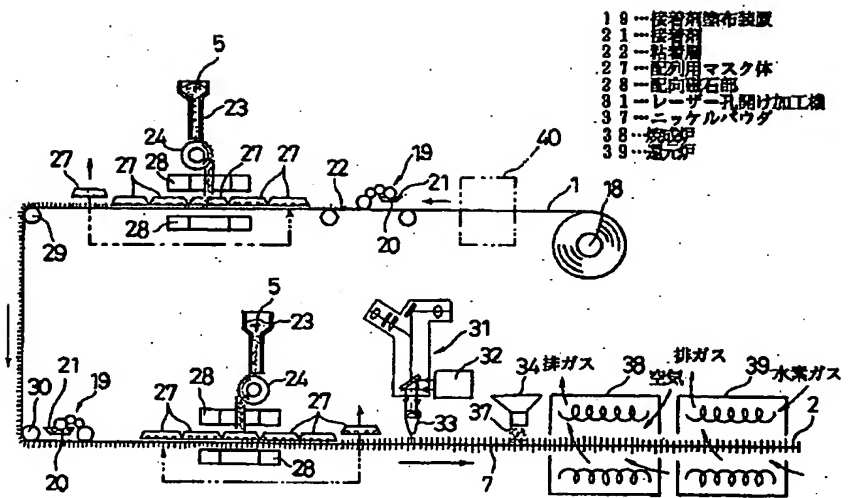


【図 5】

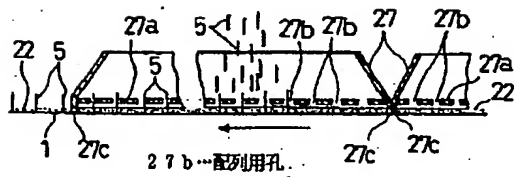


10...電池

【図 6】

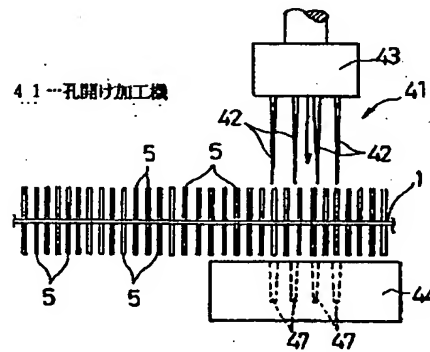


【図 7】



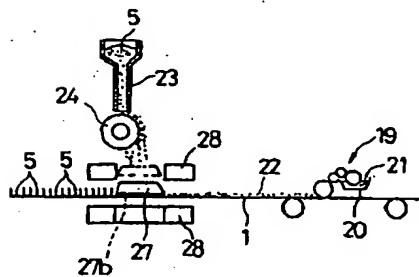
27b...配列用孔

【図 8】

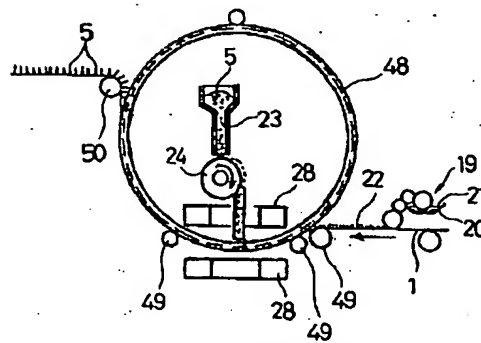


41...孔開け加工機

【図 9】

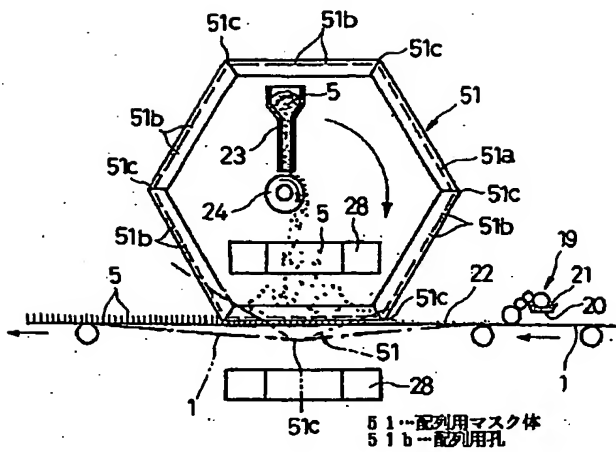


【図 10】

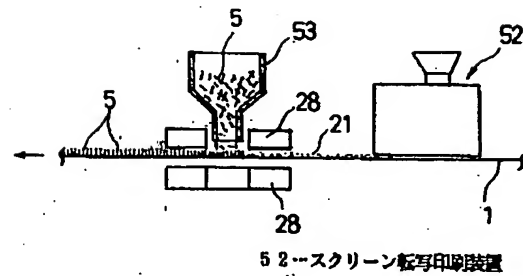


48...配列用マスク体

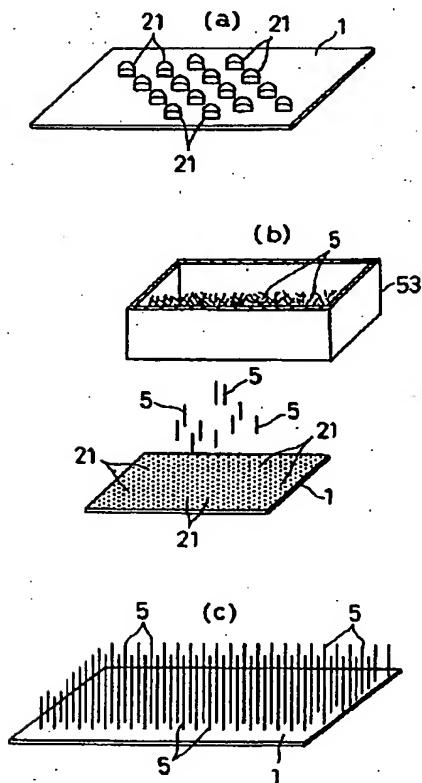
【図12】



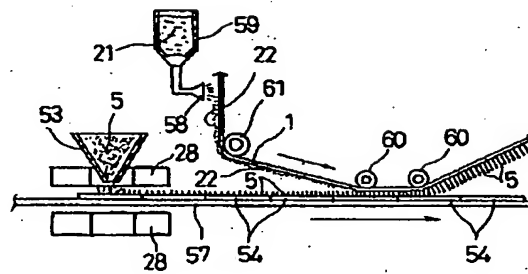
【図13】



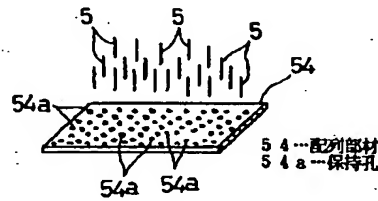
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 橋本 彰
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

Fターム(参考) 5H017 AA02 AA03 BB00 BB01 BB04
BB06 BB08 BB11 BB14 BB16
BB19 CC01 CC03 CC05 DD01
DD03 DD05 EE04 EE06 EE09
HH00 HH03